滴灌时长对伊犁河流域土壤理化性质及作物产量的影响①

蒋宇新[1,2]， 郑旭荣[1,2]， 王振华[1,2]
（1. 石河子大学水利建筑工程学院，新疆 石河子 832000；2. 现代节水灌溉兵团重点实验室，新疆 石河子 832000）

摘 要： 为阐明新疆伊犁河南岸灌区不同滴灌应用年限下新开垦耕地土壤水分分布和土壤全氮及有机质分布，进一步了解干旱区荒地引水灌溉开垦过程中土壤养分变化，本文以伊犁河流域连续新开垦地区——伊犁河南岸灌区管理处为研究区，以冬小麦（*Triticum aestivum* L.）为研究对象，通过监测不同滴灌应用年限（1 a，2 a，3 a，4 a）以及未开垦荒地（CK）0 ~ 60 cm 剖面土壤水分、全氮含量和土壤有机质含量，揭示滴灌应用年限对滴灌条件下土壤理化性质以及冬小麦产量的影响。结果表明：新垦土地土壤含水率会随滴灌应用年限延长而增加，种植和灌溉会改善新开荒地的土壤水入渗条件，有利于耕作层水分调蓄；新垦土地各层土壤全氮会随滴灌应用年限增加而增加，且随深度增加分布趋势由开垦前先减少后增加变化为先增加后减少，在 0 ~ 30 cm 土层出现表聚现象；不同滴灌应用年限 0 ~ 60 cm 土壤有机质含量随年限增加而增加，开垦种植增加了 0 ~ 40 cm 土壤有机质含量，并在 0 ~ 20 cm 土层明显富集；根据全国第二次土壤普查养分分级相关标准，研究区荒地开垦后土壤养分全氮及有机质均提高了一级；新开垦耕地灌溉 1 ~ 4 a，冬小麦产量随滴灌应用年限的增加而增加。养分及产量增加的主要原因在于当地现行的灌溉制度及作物秸秆残留。

关键词： 滴灌；应用年限；土壤水分；土壤全氮；土壤有机质；冬小麦；伊犁河南岸灌区

我国国土辽阔，土地资源总量大，耕地资源是我国最基本的战略资源之一，是国家粮食安全、社会安全和生态安全最有力的保障[1]。我国人口增长对现有耕地的压力越来越大，与 2015 年底相比，全国农用地面积净减少 3.3×10^5 hm^2（其中耕地净减少 7.7×10^4 hm^2）[2]。新疆属于典型的干旱气候，作物生长季有效降水较少，农业生产对灌溉水的需求大，水资源是制约新疆农业发展的主要因素[3]。滴灌具有节水增产高效等优势[4]，随着滴灌技术的大面积推广以及水资源合理开发利用政策的实施，近年来，在土地资源广阔、地表水资源充沛的国家重要的土地储备区伊犁河流域实施了大规模的水土开发项目[5]，大量自然荒地被开垦为耕地。土地利用方式改变的速度和幅度都大于自然因素，尤其是开垦耕地对土壤水肥环境的影响[6-9]。国内外许多研究已经证实，人类活动会对土壤理化性质、耕地质量等均有影响[10-12]，但是对种植作物及开垦方式并未做更深入的研究。小麦是我国重要的粮食作物，而新疆小麦的种植面积占粮食作物的 50% 以上[13]。

本文以伊犁河流域新垦农田为研究区，以滴灌“伊农 20 号”冬小麦为研究对象，分析其 0 ~ 60 cm 土壤水分、土壤全氮和有机质含量变化特征与小麦产量及其构成要素在不同滴灌应用年限地块上的变化规律，旨在探明滴灌时长对农田土壤理化性质变化的影响，为伊犁河流域储备土地资源合理开发与环境友好生态可持续建设提供参考。

1 试验材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2018 年在伊犁新疆生产建设兵团第 67 团场进行（图 1），地理坐标为 80°38′18″ ~ 80°47′36.5″E，43°36′17″ ~ 43°41′43″N。试验区多年平均气温 9.3 °C，全年日照时数达 2 943 h，多年平均降水量为 265.8 mm，试验年冬小麦生育期内降水量为 80.0 mm，蒸发量为 1 784.8 mm，早春季节多

① 收稿日期：2019 - 06 - 04； 修订日期：2019 - 10 - 08
基金项目：国家自然科学基金项目（51869028）；兵团节水灌溉试验计划项目（BTJSSY - 201802）资助
作者简介：蒋宇新（1995 - ），男，硕士研究生，研究方向为干旱区节水灌溉理论与技术. E-mail：jyx0317@163.com
通讯作者：郑旭荣. E-mail：zhengxurong@126.com



图 1　试验区位置示意图

Fig. 1　Test area location

发 6 级以上大风天气，对早春作物有一定影响。试验地土壤理化性质为：0～30 cm 土壤平均容重为 1.53 $g \cdot cm^{-3}$，孔隙率 35.47%，田间持水量为 31.22%（体积百分比）。试验地地下水埋深大于 5 m。土壤类型主要为灰钙土，土壤质地主要为中壤土，部分区域有少量黏质土和砾质土，砾质土除少数薄土层上部可见外，基本位于土体 60 cm 以下。试验地养分等级为全氮等级 6 级，有机质等级 5 级。

1.2　试验处理

供试小麦品种为当地广泛种植品种"伊农 20 号"，冬小麦于 2017 年 9 月 28 日播种，2018 年 7 月 11 日收获，生育期共 286 d。根据滴灌应用年限不同，试验地块选择开垦 1 a（A1）、开垦 2 a（A2）、开垦 3 a（A3）和开垦 4 a（A4）以及未开垦荒地（CK）5 个地块。小麦 15 cm 等行距种植，滴灌毛管布置选用 1 管 4 行模式，滴灌带间距 60 cm，滴头设计流量 2.8 $L \cdot h^{-1}$。试验肥料有尿素（含 N46.4%）、磷酸一铵（含 $P_2O_5$55%）、磷酸二氢钾（含 $P_2O_5$51.5%）和腐殖酸、复合肥等。具体水肥一体化运筹情况如表 1。

1.3　观测项目与方法

1.3.1　土壤水分测定　于冬小麦主要生育期及每次灌水前后 1 d 分别测定土壤水分含量，荒地对照处理同一时间测量。降雨前后加测。测深为 60 cm，每 10 cm 为 1 层次，烘干法称量土壤水分含量。

1.3.2　土壤养分测定　于 2018 年 9 月 18 日种播前取样，每个小区采用 5 点取样法均匀采取，采样深度 0～5、5～10、10～15、15～20、20～25、25～30、30～40、40～50 cm 和 50～60 cm。样品风干研磨后过 60 mm 筛，土壤全氮采用凯氏定氮法测定，土壤有机质采用重铬酸钾容重法测定。

表 1　试验地块水肥一体化运筹表

Tab. 1　Integrated water and fertilizer management

灌水施肥日期/月－日	灌水量/mm	施氮量/($kg \cdot hm^{-2}$)
04－12	60	160
04－22	60	125
05－01	80	60
05－13	80	30
05－25	80	20
06－05	90	15
合 计	450	410

1.3.3　产量测定指标　成熟期，选取试验地块面积为 1 m^2（长 100 cm、宽 100 cm）小区小麦实打实收，测定项目包括：穗数、穗长、穗重、单穗粒数、千粒重、产量。

1.3　数据分析

数据使用 Microsoft Office Excel 2016 处理，使用 SPSS 22.0 进行数据分析。采用 Pearson 法计算相关性，使用 OriginLab 2017 软件绘制图形。

2　结果与分析

2.1　滴灌时长对土壤含水率分布的影响

不同滴灌时长冬小麦生育期内土壤水分分布情况如图 2 所示。灌水前各地块不同深度土壤含水率趋势相似，均在 15%～20% 范围内波动，开垦 4 a 土地 0～30 cm 土层土壤含水率高于其他处理。灌水后土壤含水率增大，0～20 cm 土层土壤水分增加值 A4 > A3 > A2 > A1，说明滴灌方式改变了土壤水入渗条件，滴灌时长越长，土壤入渗量越大。

从图 2 可以看出，开垦耕作地块生育期各土层平均土壤含水率显著高于荒地，A4 的最大值和最小值差值较 A1 的大，相同灌水处理下，随滴灌应用年限的增加，各土层含水率相应有所增加，新垦耕地 0～10 cm 土层灌溉后土壤含水率较未开垦荒地分别增长 182.6%、176%、148.9% 和 104.3%，即使成熟期停止灌水，各开垦地块 0～60 cm 土层土壤含水率均高于荒地处理，较未开垦荒地增长 14.3%。说明滴灌应用年限增加，更有利于灌溉水入渗和土壤水分调蓄。

2.2　滴灌时长对土壤全氮分布的影响

开垦 1～4 a地块与未垦荒地 0～60 cm土层土

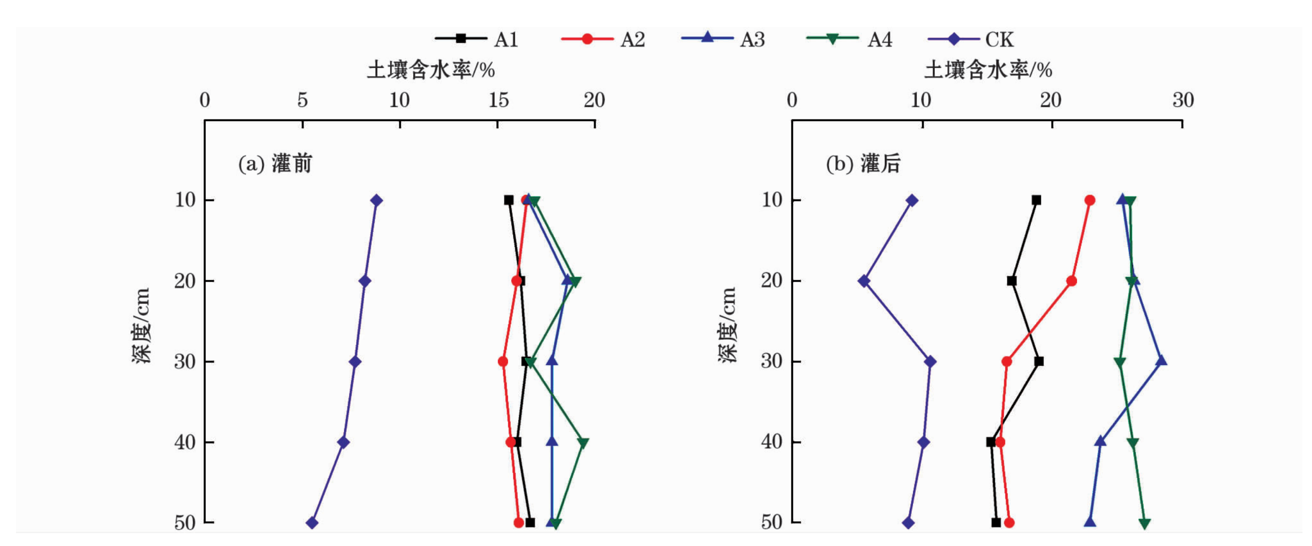


图 2　不同滴灌应用年限处理土壤含水率变化

Fig. 2　Changes in soil moisture content during different reclamation years

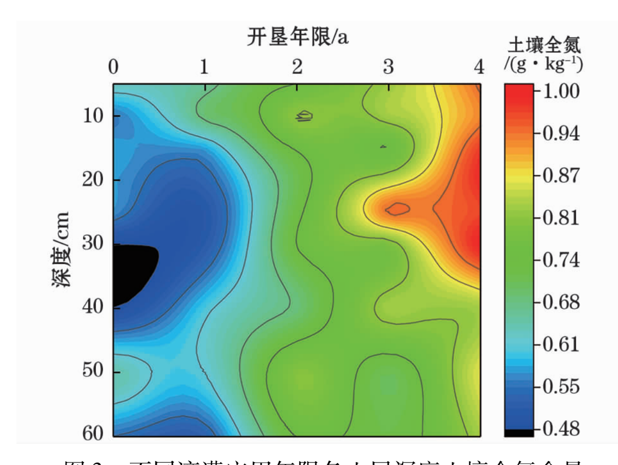


图 3　不同滴灌应用年限各土层深度土壤全氮含量

Fig. 3　Contents of total nitrogen in soils at different depths of different reclamation years

壤全氮含量如图 3 所示。可以发现荒地中土壤全氮含量低于其余地块,且荒地土壤全氮含量在 0 ~ 60 cm土层随深度增加呈现减小 - 增加 - 减小的趋势,最小值出现在 30 ~ 40 cm 土层,土壤全氮含量小于 0.48 g · kg^{-1},其余地块土壤全氮含量均随耕作年限增加而增加;在垂直方向上,除荒地外,土壤全氮含量在其余地块均呈现随深度增加而降低的趋势,开垦耕作 3 a 后,各土层土壤全氮含量明显增加,0 ~ 10 cm 土层土壤全氮含量较荒地分别增长了 49% (A4) 和 28.8% (A3) ;随着滴灌应用年限增长,氮肥在 20 ~ 30 cm 土层中富集,A4 处理 20 ~ 30 cm 土层土壤全氮含量增加了 108.1% ,年均增加 0.13 g · kg^{-1}。

根据全国第二次土壤普查养分分级相关标准,研究区荒地全氮养分处于 6 级水平,开垦 1 ~ 2 a 后随着全氮含量增加,养分分级达到 5 级水平,连续应用滴灌 4 a 地块土壤养分达到 4 级水平。

2.3　滴灌时长对土壤有机质分布的影响

0 ~ 60 cm 土层土壤有机质含量分布如图 4 所示。由图 4 可得,荒地土壤有机质分布情况与其土壤全氮分布情况一致,0 ~ 60 cm 土层土壤有机质含量均呈现先减少后增加的趋势,最小值同样出现在 30 ~ 40 cm 土层。新垦地块土壤有机质在 0 ~ 60 cm 内均表现为随深度增加而减少,且相同深度土壤有机质含量随耕作年限增加而增加;与土壤全氮分布不同的是,随着滴灌应用年限增加,0 ~ 20 cm 土层土壤有机质年均增加 2.17 g · kg^{-1},有机质表聚现象明显,其中 0 ~ 10 cm 新垦地块较荒地分别增长了 75.5% (A4) 、67.7% (A3) 、40.6% (A2) 和24.8%

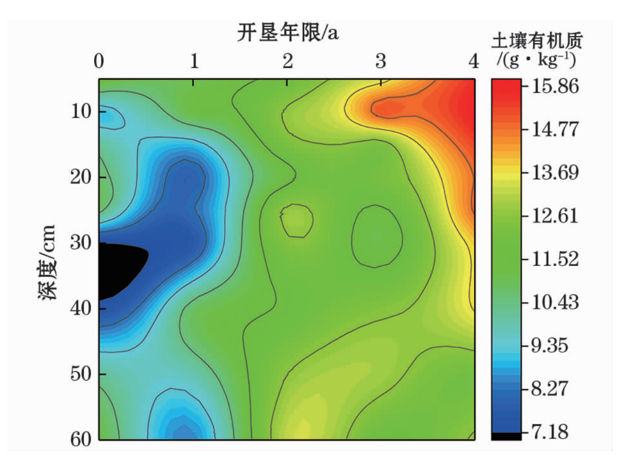


图 4　不同滴灌应用年限各土层深度土壤有机质含量

Fig. 4　Contents of soil organic matter in different soil layers in different years of reclamation

(A1)。试验区荒地植被覆盖率极低,多为裸露砂石,由于开垦种植冬小麦,收割后小麦秸秆与根系增加了 0 ~30 cm 土层生物量,因此有机质含量随滴灌应用年限增加而增加。

根据全国第二次土壤普查养分分级相关标准,试验区荒地有机质含量处于 5 级水平,开垦后随着生物量增加,土壤有机质含量提高,达到 4 级水平。

2.4 滴灌时长对冬小麦产量及其构成的影响

通过测产,不同滴灌应用时长地块冬小麦产量及产量构成要素如表 2 所示。从表 2 可以看出,随着种植年限的增加,冬小麦产量与千粒重均呈增长趋势,其中 A4 地块产量最高,千粒重达到 66.63 g,产量 10 200 $kg \cdot hm^{-2}$。种植年限与穗数的相关系数为 0.828,穗长和穗重与开垦年限的相关系数分别为 0.398 和 0.638。单穗粒数随种植年限增加呈现高—低—高的变化,实际测产过程中发现 A1 处理穗粒数多却不饱满,与千粒重综合分析可以得出,宜农荒地开垦 1 ~4 a,产量随耕作年限增加而增加。

表 2 不同滴灌应用时长地块冬小麦产量

Tab. 2 Winter wheat yield of different plots with various application years of drip irrigation

开垦年限 /a	产量 /($kg \cdot hm^{-2}$)	千粒重 /g	穗数 /穗	单穗粒数 /粒
1	9 300	54.73	5 700	68
2	9 900	61.86	5 505	64
3	9 700	63.33	5 670	53
4	10 200	66.63	5 550	67

对滴灌应用时长、土壤全氮和有机质与冬小麦产量及其构成要素进行相关性分析(表 3)可以看出,千粒重、穗数、穗长、穗重和单穗粒数与冬小麦产量均呈正相关,滴灌应用年限与 0 ~30 cm 土层土壤全氮及有机质平均含量的相关系数分别为 0.983 和 0.963,达到极显著水平,滴灌应用年限与产量的相关系数为 0.805,达到显著水平。说明自然荒地开垦 4 a,土壤全氮、有机质的积累和冬小麦产量与滴灌应用年限的关系密切。影响产量的主要因子是千粒重,相关系数为 0.962,其次是单穗粒数,为 0.943、穗长 0.897、穗数 0.883、穗重 0.872。

表 3 土壤理化性质及产量与滴灌应用年限的相关性

Tab. 3 Correlation between soil physicochemical properties and yield and years of reclamation

项目	滴灌应用年限	0 ~30 cm 全氮	0 ~30 cm 有机质	产量	千粒重	穗数	穗长	穗重	单穗粒数
滴灌应用年限	1								
全氮	0.983 **	1							
有机质	0.963 **	0.950 *	1						
产量	0.805 **	0.755	0.758	1					
千粒重	0.864 **	0.872 **	0.901 **	0.962 **	1				
穗数	0.828	0.723	0.354	0.883 **	0.278	1			
穗长	0.398	0.699	0.623	0.897 **	0.138	0.922 **	1		
穗重	0.638	0.862	0.643	0.872 *	0.489	0.167	0.307	1	
单穗粒数	0.607	0.489	0.694	0.943 **	0.258	0.274	0.925 **	0.785	1

注:* * 表示在 0.01 水平上显著相关;* 表示在 0.05 水平上显著相关。

3 讨 论

水分是制约干旱地区农业发展的主要因素[14],滴灌技术能有效减少水分无效损失,提高水肥利用效率,其在密植作物上得到大面积推广应用。伊犁河流域气候湿润,水资源丰沛,土地广袤,结合节水增产高效的滴灌技术,已有大规模土地开发项目在此区域内进行[15-16]。本研究通过对比生育期内新垦农田灌溉前后 0 ~60 cm 深度每 10 cm 土层土壤含水率的变化与自然荒地相同土层深度土壤含水率的变化,发现新垦耕地会对土壤水分分布造成影响,耕作年限的增加有利于灌溉水入渗和土壤水分调蓄。

本研究中新垦耕地会改变土壤的理化性质,增加土地生物量,进而使土壤耕作层全氮含量和有机质随耕作年限增加而增加,该结论与唐光木等[17]的研究结果相似。但本研究以伊犁河流域新垦土地连作滴灌冬小麦为研究对象,开垦之前全为自然荒地,各地块土壤养分本底值一致,种植作物与田间管理

方式相同,对土壤水分、全氮和有机质含量变化的影响因素较为统一,因此得出的土壤全氮和有机质年均增加量更为准确。有研究[18-19]表明,施入土壤的氮肥并不能被当季作物完全利用,氮肥利用率只有28% ~41%,部分没有被利用的氮肥会被灌溉水淋洗至地下,或在作物根区以下深层土壤累积,导致氮肥的浪费。颜安等[20]研究认为,新垦土地土壤养分变化与开垦前土地类型有关,荒漠或草原开垦为耕地后土壤有机质随深度增加而降低,在本试验中全氮含量在 20 ~ 30 cm 土层富集,在 30 ~ 60 cm 土层随深度增加而降低。本研究结果表明,滴灌应用时长增加,由于施用肥料以及农作物秸秆与根系的残留,提高了土壤中全氮和有机质的含量,这与邓彩云等[8]研究结果一致。研究区荒地开垦前地表植被稀少,开荒耕作改变了该区域的小气候,增加了地表植被的数量,同时增加了生物的多样性,引水灌溉使得荒漠生态系统向农田生态系统转变。

小麦产量的提高受到多种因素影响,以灌水和施肥最为重要,而氮素是影响小麦生长发育和产量的重要因素[21]。在适宜的灌水、施氮处理下,节水节肥的同时能够得到较高的产量[22-23]。本研究中,由于播种施肥灌溉采用统一标准,因此,不同滴灌应用年限导致土壤肥力的不同成为影响小麦产量主要因素。由于试验区春季多大风天气,种植冬小麦则可以有效防止大风导致的滴灌带损失,同时减少大风扬沙现象。

4 结 论

本文通过对不同滴灌应用时长的新垦土地开展定点研究,测试分析不同地块间土壤含水率、土壤全氮和有机质分布及相应地块冬小麦产量情况,得出结论如下:

(1) 伊犁河流域新垦耕地土壤含水率较自然荒地增加 104.3% ~ 182.6% ,即使成熟期停止灌水,各开垦地块 0 ~ 60 cm 土层土壤含水率均高于荒地处理,较未开垦荒地增长 14.3% 。种植和灌溉会改善新垦荒地的土壤水入渗条件,有利于土壤水分调蓄。

(2) 伊犁河流域新垦耕地土壤肥力随滴灌应用时长增加而增加。即 0 ~ 60 cm 土层土壤全氮含量及土壤有机质随滴灌应用时长增加呈增加趋势,土壤全氮和有机质年均增长量分别为 0.13 $g\cdot kg^{-1}$ 和 2.17 $g\cdot kg^{-1}$。随滴灌应用年限的增加,根据全国第二次土壤普查养分分级相关标准,土壤养分等级均提高一级,因而,有助于碳氮的积累,对作物增产具有积极的意义。

(3) 宜农荒地开垦为灌溉农田,冬小麦产量随耕作年限增加而增加。滴灌应用 4 a 地块的冬小麦穗长、穗重和千粒重均为最高,新开垦土地 1 ~ 2 a 由于土壤质地较为贫瘠,基肥较少,虽然冬小麦单穗粒数较多,但是肥力不足,小麦千粒质量较低。

参考文献(References):

[1] 傅泽强,蔡运龙,杨友孝,等. 中国粮食安全与耕地资源变化的相关分析[J]. 自然资源学报,2001,16(4):313 - 319. [Fu Zeqiang,Cai Yunlong,Yang Youxiao,et al. Correlation analysis between China's food security and cultivated land resources change[J]. Journal of Natural Resources,2001,16(4):313 - 319.]

[2] 管栩,金晓斌,杨绪红,等. 中国农用地整理项目安排与耕地资源分布的协调性研究[J]. 自然资源学报,2015,30(2):226 - 234. [Guan Xu,Jin Xiaobin,Yang Xuhong,et al. Study on the coordination between farmland consolidation and cultivated land resources in China[J]. Journal of Natural Resources,2015,30(2):226 - 234.]

[3] 邵霜霜,师庆东,刘曼,等. 新疆农业产值的空间化表达与分析[J]. 中国生态农业学报,2014,22(11):1379 - 1384. [Shao Shuangshuang,Shi Qingdong,Liu Man,et al. Spatialization and analysis of agricultural output value in Xinjiang[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture,2014,22(11):1379 - 1384.]

[4] 贺怀杰,王振华,郑旭荣,等. 长期膜下滴灌棉田残膜变化趋势研究[J]. 干旱区研究,2018,35(6):1487 - 1495. [He Huaijie,Wang Zhenhua,Zheng Xurong,et al. Predicting residual film distribution in long-term mulching film drip irrigation cotton field based on BP neural network[J]. Arid Zone Research,2018,35(6):1487 - 1495.]

[5] 张扬,楚新正,杨少敏,等. 近 56 a 新疆北部地区气候变化特征[J]. 干旱区研究,2019,36(1):212 - 219. [Zhang Yang,Chu Xinzheng,Yang Shaomin,et al. Climate change in North Xinjiang in recent 56 years[J]. Arid Zone Research,2019,36(1):212 - 219.]

[6] 刘迁迁,苏里坦,刘广明,等. 伊犁河谷察南灌区土壤盐分空间变异研究[J]. 干旱区研究,2017,34(5):980 - 985. [Liu Qianqian,Su Litan,Liu Guangming,et al. Spatial variation of soil salinity in the chananirrigated area in the Ili River Valley[J]. Arid Zone Research,2017,34(5):980 - 985.]

[7] 裴厦,章予舒,王立新. 伊犁河流域荒地资源开发障碍性因素分析[J]. 新疆农业科学,2008,45(增刊 3):17 - 20. [Pei Xia,Zhang Yushu,Wang Lixin. Analysis of obstacle factors in the development of wasteland resources in Yili River Basin[J]. Xinjiang Agricultural Science,2008,45(Suppl. 3):17 - 20.]

[8] 邓彩云,王玉刚,牛子儒,等.开垦年限对干旱区土壤理化性质及剖面无机碳的影响[J].水土保持学报,2017,31(1):254-259.[Deng Caiyun,Wang Yugang,Niu Ziru,et al. Effect of land reclamation age on soil physicochemical properties and inorganic carbon in arid areas[J]. Journal of Soil and Water Conservation2017,31(1):254-259.]

[9] Li X G,Wang Z F,Ma Q F,et al. Crop cultivation and intensive grazing affect organic C pools and aggregate stability in arid grassland soil[J]. Soil and Tillage Research,2007,95(1-2):172-181.

[10] 雷春英,田长彦.干旱区荒漠新垦土地土壤有机碳含量特征[J].干旱区资源与环境,2008,22(6):105-110.[Lei Chunying,Tian Changyan. Contents of soil organic carbon in newly reclaimed filed in arid desert zone[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment,2008,22(6):105-110.]

[11] 徐万里,唐光木,葛春辉,等.长期施肥对新疆灰漠土土壤微生物群落结构与功能多样性的影响[J].生态学报,2016,35(2):468-477.[Xu Wanli,Tang Guangmu,Ge Chunhui,et al. Effects of long term fertilization on diversities of soil microbial community structure and function in grey desert soil of Xinjiang[J]. Acta Ecologica Sinica,2016,35(2):468-477.]

[12] 武均,蔡立群,齐鹏,等.不同耕作措施下旱作农田土壤团聚体中有机碳和全氮分布特征[J].中国生态农业学报,2015,23(3):276-284.[Wu Jun,Cai Liqun,Qi Peng,et al. Distribution characteristics of organic carbon and total nitrogen in dry farmland soil aggregates under different tillage methods in the Loess Plateau of central Gansu Province[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture,2015,23(3):276-284.]

[13] 申亚宾,郑旭荣,王振华,等.水氮耦合对北疆滴灌春小麦前期生长及产量的影响[J].节水灌溉,2015(10):5-8.[Shen Yabin,Zheng Xurong,Wang Zhenhua,et al. Effects of water-nitrogen coupling on early growth and yield of spring wheat under drip irrigation in North Xinjiang[J]. Water Saving Irrigation,2015(10):5-8.]

[14] 彭致功,张宝忠,刘钰,等.基于灌溉制度优化和种植结构调整的用水总量控制[J].农业工程学报,2018,34(3):103-109.[Peng Zhigong,Zhang Baozhong,Liu Yu,et al. Constraint of total water consumption amount based on optimized irrigation schedule and planting structure ajustment[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering,2018,34(3):103-109.]

[15] 邵杰,李瑛,侯光才,等.新疆伊犁河谷地下水循环演化特征[J].干旱区研究,2017,34(1):20-25.[Shao Jie,Li Ying,Hou Guangcai,et al. Evolution of groundwater circulation in the Yili River Valley in Xinjiang[J]. Arid Zone Research,2017,34(1):20-25.]

[16] 张文太,陈诗,刘耘华,等.伊犁河谷草地土壤容重的变异性与测定标准化[J].新疆农业科学,2017,54(1):165-170.[Zhang Wentai,Chen Shi,Liu Yunhua,et al. Soil bulk density variation of grassland in Ili Valley and the measurement standardization[J]. Xinjiang Agricultural Sciences,2017,54(1):165-170.]

[17] 唐光木,徐万里,盛建东,等.新疆绿洲农田不同开垦年限土壤有机碳及不同粒径土壤颗粒有机碳变化[J].土壤学报,2010,47(2):279-285.[Tang Guangmu,Xu Wanli,Sheng Jiandong,et al. The variation of soil organic carbon and soil particle-size in Xinjiang oasis farmland of different years[J]. Acta Pedologica Sinica,2010,47(2):279-285.]

[18] 单娜娜,赖波,杨志莹,等.原位测定滴灌棉田土壤硝态氮和铵态氮的运移特征[J].干旱区研究,2016,33(5):1104-1109.[Shan Nana,Lai Bo,Yang Zhiying,et al. Migration of soil nitrate nitrogen and ammonium nitrogen in cotton field under drip irrigation[J]. Arid Zone Research,2016,33(5):1104-1109.]

[19] 郑文生,孟岩,李芳花,等.地下滴灌条件下氮肥调控对氮运移规律的影响[J].灌溉排水学报,2018,37(8):15-21.[Zheng Wensheng,Meng Yan,Li Fanghua,et al. Regulating fertilizer application to control nitrogen migration under subsurfacedrip irrigation[J]. Journal of Irrigation and Drainage,2018,37(8):15-21.]

[20] 颜安,李周晶,武红旗,等.不同耕作年限对耕地土壤质地和有机碳垂直分布的影响[J].水土保持学报,2017,31(1):291-295.[Yan An,Li Zhoujing,Wu Hongqi,et al. Effect of cultivation years on vertical distribution of soil texture and organic carbon[J]. Journal of Soil and Water Conservation,2017,31(1):291-295.]

[21] 窦晓静,张彦红,耿庆龙,等.施氮量对春小麦生长及土壤养分积累的影响[J].新疆农业科学,2017,54(7):1191-1199.[Dou Xiaojing,Zhang Yanhong,Geng Qinglong,et al. Effects of nitrogen application amount on the growth and soil nutrient accumulation of spring wheat[J]. Xinjiang Agricultural Sciences,2017,54(7):1191-1199.]

[22] 李云,刘炜,王朝辉,等.不同作物对旱地农田残留硝态氮的利用差异[J].生态学报,2014,34(13):3788-3796.[Li Yun,Liu Wei,Wang Zhaohui,et al. A comparison of the use of residual soil nitrate by winter wheat and alfalfa in the drylands of China's Loess Plateau[J]. ActaEcologica Sinica,2014,34(13):3788-3796.]

[23] 南忠仁,李吉均,张建明.干旱区土壤小麦根系界面Cd行为的环境影响研究——以甘肃省白银市区耕作灰钙土为例[J].生态环境学报,2001,10(1):14-16.[Nan Zhongren,Li Jijun,Zhang Jianming. Influence of soil properties on the behavior of cadmium in soil-root system in arid zone:Take Baiyin region as example[J]. Soil and Environmental Sciences,2001,10(1):14-16.]

Effects of drip irrigation duration on soil physical and chemical properties and wheat yield in the Yili River Basin

JIANG Yu-xin[1,2], ZHENG Xu-rong[1,2], WANG Zhen-hua[1,2]

(1. *College of Water Resources and Architectural Engineering, Shihezi University, Shihezi* 832000, *Xinjiang, China*;

2. *Key Laboratory of Modern Water-Saving Irrigation of Xinjiang, Shihezi University, Shihezi* 832000, *Xinjiang, China*)

Abstract: This study aimed to clarify the soil moisture distribution and total nitrogen and organic matter distribution of newly cultivated arable land under different durations of drip irrigation in the Ili River South Irrigation Area in Xinjiang Yili River Basin, and to further understand the changes in soil nutrients during the process of diversion irrigation and reclamation of wasteland in arid areas. This was achieved by monitoring the effects of different numbers of years of drip irrigation (1 a, 2 a, 3 a, 4 a) on winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and uncultivated wasteland (CK) soil moisture, in a 0 – 60 cm soil profile, total nitrogen content, and soil organic matter content in the New reclamation area, Ili River South Bank Irrigation Area. The effects of years of drip irrigation on soil physical and chemical properties and winter wheat yield under drip irrigation were analyzed. The research results showed that the soil moisture content of newly cultivated land increased with the extension of the application of drip irrigation. Planting and irrigation improved the soil water infiltration conditions of the newly opened land, which is conducive to water storage and storage of the cultivated layer. This increased the application life of drip irrigation, and with an increase in depth, the distribution trend changed from decreasing before increasing to increasing to increasing and then decreasing. Surface aggregation occurred in the 0 – 30 cm soil layer during different application years to the 0 – 60 cm soil layer. The organic matter content increased with the increase in the number of years. Reclamation increased the soil organic matter content of the 0 – 40 cm soil layer and the soil was significantly enriched in the 0 – 20 cm soil layer. According to the relevant national soil grading standards for the second soil census, after the reclamation of wasteland in the research area, the soil nutrient total nitrogen and organic matter concentrations were all improved by one level. The newly cultivated arable land was irrigated for 1 – 4 years, and the winter wheat yield increased with the increase in the number of years of drip irrigation. The main reasons for the increase in nutrients and yields are the current local irrigation system and crop residues.

Key words: drip irrigation; application period; soil moisture; soil total nitrogen; soil organic matter; winter wheat; south irrigation area of Ili River